Lehrstuhl für Bodenkunde

Technische Universität München

Ausmaß und Ursachen kleinräumiger Niederschlagsvariabilität und Konsequenzen für die Abflussbildung

Bernhard Johannes

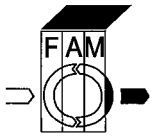
Vollständiger Abdruck der von der Fakultät Wissenschaftszentrum Weihenstephan für Ernährung, Landnutzung und Umwelt der Technischen Universität München zur Erlangung des akademischen Grades eines Doktors der Naturwissenschaften (Dr. rer. nat.) genehmigten Dissertation.

Vorsitzender: Univ.-Prof. Dr. J. Schnyder

Prüfer der Dissertation:

1. Priv.-Doz. Dr. K. F. Auerswald
2. Univ.-Prof. Dr. Dr. h.c. P. Fabian
3. Univ.-Prof. Dr. U. Schmidhalter

Die Dissertation wurde am 16. 11. 2000 bei der Technischen Universität München eingereicht und durch die Fakultät Wissenschaftszentrum Weihenstephan für Ernährung, Landnutzung und Umwelt am 28. 02. 2001 angenommen.



FORSCHUNGSVERBUND AGRARÖKOSYSTEME MÜNCHEN

Erfassung, Prognose und Bewertung nutzungsbedingter
Veränderungen in Agrarökosystemen und deren Umwelt

Bernhard Johannes

Ausmaß und Ursachen kleinräumiger Niederschlagsvariabilität und Konsequenzen für die Abflussbildung

FAM - Bericht 50

GSF - Forschungszentrum
für Umwelt und Gesundheit

Technische Universität
München / Weihenstephan

Shaker Verlag
Aachen 2001

Die Deutsche Bibliothek - CIP-Einheitsaufnahme

Johannes, Bernhard:
Ausmaß und Ursachen kleinräumiger Niederschlagsvariabilität
und Konsequenzen für die Abflussbildung / Bernhard Johannes.
Aachen : Shaker, 2001
(FAM-Bericht ; Bd. 50)
Zugl.: München, Techn. Univ., Diss., 2001
ISBN 3-8265-9551-3

Copyright Shaker Verlag 2001
Alle Rechte, auch das des auszugsweisen Nachdruckes, der auszugsweisen oder vollständigen Wiedergabe, der Speicherung in Datenverarbeitungsanlagen und der Übersetzung, vorbehalten.

Printed in Germany.

ISBN 3-8265-9551-3
ISSN 0941-892X

Shaker Verlag GmbH • Postfach 1290 • 52013 Aachen
Telefon: 02407 / 95 96 - 0 • Telefax: 02407 / 95 96 - 9
Internet: www.shaker.de • eMail: info@shaker.de

Danksagung

Die vorliegende Arbeit wurde im Rahmen des Forschungsverbundes Agrarökosysteme München (FAM) durch das Bundesministerium für Bildung, Wissenschaft, Forschung und Technologie (BMBF 0339370) finanziert. Die Pacht und die Betriebskosten des FAM-Versuchsgutes Scheyern trägt das Bayerische Staatsministerium für Unterricht, Kultur, Wissenschaft und Kunst. Dem Wetteramt München danke ich für die Überlassung der Daten von der Niederschlagsstation Scheyern.

Max Kainz, Alfred Eicher und Georg Gerl vom Versuchsgut Scheyern hatten stets ein offenes Ohr für meine Probleme und Wünsche bei den vielfältigen Feldarbeiten und unterstützten mich mit Rat und Tat. Vielen Dank, ohne euer Engagement hätte wohl einiges nicht geklappt. Vielen Dank auch an Richard Wenzel und Dirk Kohls, bei denen nicht nur die Betreuung der Niederschlagsmesser in besten Händen lag.

Am Lehrstuhl für Bodenkunde fühlte ich mich nicht lange fremd. Bärbel Angres, Gerti Harrington, Michaela Hübner, Hans-Heinrich Becher, Horst Fechter, Carsten Sperl, Helge Stanjek und Stefan Weigand trugen wie noch einige Weitere das ihre bei. Herzlichen Dank an meine Projektkollegin Miriam Weissroth. Du hast mir oft Arbeit abgenommen und für ein erfrischendes Klima gesorgt.

Meine Schwester Martina Johannes übernahm die mühsame Aufgabe der Manuskriptkorrektur und hievte mich auf die neue Rechtschreibung. Danke Martina.

Sehr zu Dank verpflichtet bin ich schließlich meinem Doktorvater Karl Auerswald. Seine Zimmertür stand mir stets offen und die vielen Gespräche und Diskussionen mit ihm waren spannend und lehrreich. Sein anhaltendes Interesse ermöglichte mir den Abschluss dieser Arbeit.

Inhaltsverzeichnis

1 Einleitung und Problemstellung 1

2 Hintergrund: Niederschlagsmessfehler und räumliche Niederschlagsvariabilität 3

3 Material und Methoden 11

3.1 Datengrundlagen 11

3.2 Stationsausfälle und fehlerhafte Aufzeichnungen 15

4 Kurzcharakteristik der Niederschläge in Scheyern 19

4.1 Die Niederschlagshöhen des Untersuchungszeitraums im Vergleich zu den langjährigen Mittelwerten 19

4.2 Die Niederschläge im Untersuchungsgebiet 20

5 Scheinbare räumliche Niederschlagsvariabilität durch fehlerhafte Messungen 25

5.1 Technisch bedingte Inhomogenitäten der Niederschlagsaufzeichnungen 25

5.2 Windeinfluss auf die Stationsniederschläge 30

5.2.1 Grundlagen 30

5.2.2 Ergebnisse und Diskussion 32

5.2.3 Zusammenfassende Interpretation und Bewertung der scheinbaren räumlichen Niederschlagsvariabilität 39

6 Die Genauigkeit der Gebietsniederschlagsbestimmung 43

6.1 Zufällige Fehler der Messergebnisse einer Einzelstation 43

6.1.1 Grundlagen 43

6.1.2 Zufällige Fehler bei der Bestimmung der Niederschlagshöhe 44

6.1.3 Zufällige Variabilität weiterer Niederschlagsvariablen 52

6.1.4 Bewertung der zufälligen Niederschlagsmessfehler 56

6.2 Auswirkung einer Stationsreduktion auf die Genauigkeit bei der Bestimmung der Gebietsniederschläge 60

6.2.1 Grundlagen 60

6.2.2 Ergebnisse 64

6.2.3 Diskussion und Bewertung der Zusammenhänge zwischen Messnetzdichte und Messgenauigkeit 76

7 Die Niederschlagshöhe in Bodenniveau 79

7.1 Einleitung 79

7.2 Material und Methoden 79

7.3 Ergebnisse und Diskussion 81

7.3.1 Überblick 81

7.3.2 Windfehler bei Niederschlagsereignissen 82

7.3.3 Windfehler bei Monatssummen des Niederschlags 89

8 Räumlich variable Niederschlagsereignisse 97

8.1 Identifikation und Beschreibung tatsächlicher räumlicher Variabilität 97

8.2 Ergebnisse 100

8.3 Diskussion und Bewertung der Ergebnisse 117

8.3.1 Exkurs: Nachweis von Trendereignissen bei geringer Stationsdichte 127

9 Auswirkung kleinräumiger Niederschlagsvariabilität auf modellierte Abflüsse 133

9.1 Einleitung 133

9.2 Modellgrundlagen 133

9.3 Ergebnisse und Diskussion 138

9.3.1 Variabilität der Abflusshöhen durch zufällige Niederschlagsmessfehler 138

9.3.2 Der Einfluss des Eintrittszeitpunktes des gradientstarken Niederschlagsabschnittes auf die Abflussgradienten 145

9.3.3 Der Einfluss von Intensität, Dauer und Gradientstärke der Niederschläge auf die Abflussgradienten 148

9.3.4 Die Auswirkung einer generalisierten zeitlichen Entwicklung der Niederschlagsgradienten auf die Abflussgradienten 154

10 Zusammenfassung 159

11 Literaturverzeichnis 165